

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 07 JUL 2003	
WIPO	PCT

PCT/EP02/14787

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 00 780.2

Anmeldetag: 10. Januar 2002

Anmelder/Inhaber: Endress + Hauser GmbH + Co KG,
Maulburg/DE

Bezeichnung: Relativdrucksensor

IPC: G 01 L 13/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. Juni 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

HolB



Relativdrucksensor

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Relativdrucksensor. Relativdrucksensoren messen gewöhnlich die Differenz zwischen dem Druck
5 in einem Meßmedium und dem aktuellen Atmosphärendruck. Ein Relativdrucksensor umfaßt im allgemeinen einen Grundkörper, an dem eine Meßmembran mit ihrem Rand druckdicht befestigt ist, wobei zwischen der Meßmembran und dem Grundkörper eine Druckkammer ausgebildet ist. Zur Relativdruckmessung wird die Referenzluft über eine grundkörperseitige
10 Öffnung in die Druckkammer geleitet, und die der Meßkammer abgewandte Oberfläche der Meßmembran wird mit dem Meßdruck beaufschlagt. Die resultierende Verformung der Meßmembran ist ein Maß für den Relativdruck, welches in geeigneter Weise in ein Meßsignal gewandelt wird.

15 Die erwähnte Zufuhr der Referenzluft bedingt, daß Feuchte in die Druckkammer gelangt, die bei Unterschreitung des Taupunktes im Inneren des Sensors kondensieren und die Funktion des Sensors beeinträchtigen kann. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Umgebungsluft des Sensors eine höhere Temperatur aufweist als das Medium, dessen Druck zu
20 messen ist.

Hegner et al. offenbaren in der europäischen Patentanmeldung EP 0 974 825 A3 einen Relativdrucksensor, der einen Referenzluftpfad mit einem Feuchtefilter aufweist, wobei der Feuchtefilter im Frontbereich des
25 Relativdrucksensors nahe der Meßmembran bzw. nahe dem Medium angeordnet ist, so daß die Temperatur des Feuchtefilters ähnlich der Medientemperatur ist. Diese Anordnung gewährleistet, daß die Feuchtigkeit in der Referenzluft ggf. schon vor dem Eintritt in den Referenzluftpfad auskondensiert, so daß es in der Druckkammer kaum zu
30 Taupunktunterschreitungen kommen kann. Die beschriebene Anordnung ist jedoch vergleichsweise aufwendig.

Andere Relativdrucksensoren weisen ein Kapillarröhrchen auf, welches mit der grundkörperseitigen Öffnung der Druckkammer kommuniziert. Das Kapillarröhrchen dient als Referenzluftpfad, welcher der eindringenden Feuchtigkeit einen gewissen Diffusionswiderstand entgegensetzt. Das
5 Kapillarröhrchen ist häufig ein Metallröhrchen, welches beispielsweise durch Einglasen am Grundkörper befestigt ist. Diese Art der Montage geht ebenfalls mit einem erhöhten Fertigungsaufwand einher. Zudem ist die Eintrittsöffnung des Kapillarröhrchens thermisch weitgehend von der Druckmeßzelle entkoppelt, so daß bei höheren Temperaturen an der
10 Eintrittsöffnung Luft mit einem hohen Wassergehalt in das Kapillarröhrchen gelangen kann, was zur Taupunktunterschreitung in der kälteren Druckkammer führt. Die Kondensation in der Meßzelle wird durch die beschriebene Anordnung im wesentlichen verzögert und ggf. vermindert, ganz kann sie damit jedoch nicht vermieden werden.

15

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Relativdrucksensor mit einer einfachen und kompakten Konstruktion bereitzustellen, der das Eindringen von Feuchtigkeit effektiver verzögert bzw. vermindert oder vermeidet. Die Aufgabe wird gelöst durch den
20 Relativdrucksensor gemäß des unabhängigen Anspruchs 1.

Der erfindungsgemäße Relativdrucksensor zur Messung der Druckdifferenz zwischen einem Meßdruck und dem Atmosphärendruck in der Umgebung des Drucksensors, umfaßt einen Grundkörper und eine mit einem Meßdruck beaufschlagbare Meßmembran die mit ihrem Rand an dem Grundkörper
25 befestigt ist, wobei zwischen dem Grundkörper und der Meßmembran eine Druckkammer ausgebildet ist, die über einen Referenzluftpfad mit der Atmosphäre kommuniziert, wobei der Referenzluftpfad einen gewundenen Pfad umfaßt.

30

Der gewundene Referenzluftpfad dient als Diffusionsbarriere und verzögert auf diese Weise das Eindringen von Feuchtigkeit in das Sensorinnere,

insbesondere in die Druckkammer. Insofern als der Pfad gewunden ist, kann innerhalb der kompakten Abmessungen des Drucksensors ein Pfad untergebracht werden, der hinreichend lang ist, um zufriedenstellende Ergebnisse zu erzielen. Die Länge des gewundenen Pfades beträgt
5 bevorzugt mindestens 75%, weiter bevorzugt mindestens 100% und besonders bevorzugt 150%, der Länge des Umfangs der Trennmembran. Bezogen auf die axiale Dimension eines im wesentlichen zylindrischen Relativdrucksensors ist der gewundene Pfad bevorzugt mindestens doppelt so lang ist, wie der Abstand der atmosphärenseitigen Öffnung des
10 gewundenen Pfades von der Ebene der Meßmembran.

Zudem bietet die aufgrund der gewundenen Form kompakte Anordnung des Pfades die Möglichkeit, einen guten thermischen Kontakt zwischen der atmosphärenseitigen Öffnung des Referenzluftpfades und der Druckkammer
15 zu gewährleisten.

Dies ist insofern vorteilhaft, als dadurch die Temperatur der atmosphärenseitigen Öffnung des Referenzluftpfades nicht zu stark von der Temperatur der Druckkammer abweichen kann. Vorzugsweise ist ein Filter
20 an der atmosphärenseitigen Öffnung des Referenzluftpfades vorgesehen, der gewährleistet, daß kein Kondensat in die Zelle eindringen kann. Auf diese Weise ist es praktisch ausgeschlossen, daß es unter Gleichgewichtsbedingungen zu Taupunktunterschreitungen in der Druckkammer kommt.

25 Hierbei ist es vorteilhaft, wenn die Komponenten des Relativdrucksensors zwischen der Druckkammer und dem gewundenen Pfad ein Material mit einer guten thermischen Leitfähigkeit aufweisen. Besonders geeignet sind hier Keramiken, insbesondere Aluminiumoxid-Keramiken, sowie bestimmte
30 metallische Legierungen. Es ist ebenso vorteilhaft, wenn die Fügestellen zwischen verschiedenen Baugruppen des Relativdrucksensors, einen gute Wärmeleitung aufweisen. Das Filterelement ist bevorzugt ebenfalls aus

einem metallischen oder einem keramischen Material mit guter Wärmeleitfähigkeit gefertigt, so daß sich das Filterelement vollständig auf einer hinreichend homogenen und tiefen Temperatur befindet. Vorzugsweise sollte das Filterelement hydrophob bzw. hydrophobiert sein.

5

Zur Gewährleistung einer guten Wärmeleitung zwischen der Druckkammer und dem gewundenen Pfad sollte eine hinreichend massive Verbindung aus wärmeleitendem Material zwischen der Druckkammer und dem Pfad gegeben sein. Vorzugsweise weisen zu diesem Zweck beliebige parallel zur

10 Trennmembran verlaufende Querschnitte zwischen einem beliebigen Punkt des gewundenen Pfades und der grundkörperseitigen Wand der Druckkammer einen Flächenanteil von wärmeleitendem Material auf, der mindestens 25%, bevorzugt mindestens 40% und besonders bevorzugt mindestens 50% der Membranfläche beträgt.

15

Zur Gewährleistung eines guten thermischen Kontaktes zwischen der atmosphärenseitigen Öffnung des Referenzluftpfades bzw. des gewundenen Pfades einerseits und der Druckkammer andererseits ist ein möglichst geringer Abstand zwischen diesen Elementen vorzusehen. Der Abstand der

20 Ebene des gewundenen Pfades von der Ebene der Meßmembran ist vorzugsweise geringer als die Länge des gewundenen Pfades, besonders bevorzugt geringer als 75% der Länge des gewundenen Pfades und ganz besonders bevorzugt weniger als 50% der Länge des gewundenen Pfades.

25 Für den erfindungsgemäßen Relativdrucksensor ergeben sich unter anderem die folgenden Varianten zur Gestaltung des gewundenen Pfades. Der gewundene Pfad kann im wesentlichen in einer Ebene verlaufen, wobei eine Spiralform bevorzugt ist. Die Ebene des gewundenen Pfades verläuft dabei bevorzugt parallel zur Ebene der Meßmembran.

30

Es sind aber auch gewundene Pfade mit beispielsweise einem helikalen Verlauf denkbar, wobei die Länge der Projektion des gewundenen Pfades

auf die Ebene der Meßmembran mindestens 50%, bevorzugt mindestens 65%, und besonders bevorzugt mindestens 80% der Gesamtlänge des gewundenen Pfades beträgt.

- 5 Der gewundene Pfad kann eine linienförmige Vertiefung (20) in einer Oberfläche eines Bauteils (2) des Relativdrucksensors umfassen, wobei diese Vertiefung mit einem geeigneten weiteren Bauteil abgedeckt ist.

- 10 In einer anderen Ausgestaltung kann der gewundene Pfad einen gewundenen Kanal umfassen der sich in mindestens einem Bauteil des Relativdrucksensors zwischen zwei Öffnungen in Oberflächenabschnitten des Bauteils erstreckt. Dies kann beispielsweise dadurch erzielt werden, daß beim Formen des Grünlings eines keramischen Bauteils ein Faden aus einem organischen Material eingebettet wird, um die Form des gewundenen
- 15 Pfades vorzugeben. Dieser Faden verbrennt beim Brennen des Grünlings, so daß ein kapillarförmiger gewundener Pfad anstelle des Fadens zurückbleibt. Der gewundene Pfad kann beispielsweise – unabhängig von der Art seiner Herstellung - eine Querschnittsfläche von weniger als 2 mm² bevorzugt weniger als 1 mm² und besonders bevorzugt von 0,7 bis 0,4 mm² aufweisen.

20

- Der gewundene Pfad kann prinzipiell in den verschiedensten Bauteilen eines Relativdrucksensors angeordnet sein. Als Bauteil kommt u.a. der Grundkörper in Frage, oder beispielsweise ein weiteres Bauteil, welches an dem Grundkörper befestigt wird. Dieses weitere Bauteil kann beispielsweise
- 25 ein Deckel oder ein Topf sein, der auf dem Grundkörper unter Ausbildung einer vorzugsweise hermetisch dichten Kammer aufgesetzt wird. Eine solche Kammer kann insbesondere zur Aufnahme der Sensorelektronik geeignet sein.

- 30 Weitere Aspekte der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels, und der Zeichnung.

Es zeigt

Fig. 1. eine Explosionszeichnung eines erfindungsgemäßen
5 Relativdrucksensors.

Der in Fig. 1 dargestellte Relativdrucksensor umfaßt eine Meßzelle 1, bestehend aus einem Grundkörper 10 und einer Meßmembran 11, die unter Ausbildung einer Druckkammer an dem Grundkörper befestigt ist. Die
10 Meßmembran 11 ist im Meßbetrieb auf ihrer dem Grundkörper 10 abgewandten Seite mit einem Meßdruck beaufschlagbar. Über eine Druckkammeröffnung 12 kommuniziert die Druckkammer mit dem Atmosphärendruck. Die Verformung der Meßmembran ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Atmosphärendruck und dem Meßdruck. Die
15 Verformung kann nach den gängigen Meßprinzipien, beispielsweise kapazitiv, resistiv, oder nach Resonanzverfahren erfaßt werden. Entsprechende elektrische Größen werden über die Grundkörperdurchführungen 13, 14, 15 aus dem Grundkörper geführt und von einer hier nicht gezeigten Schaltung verarbeitet. Die Schaltung wird auf
20 dem Grundkörper 10 angeordnet und mit dem Topf 2 abgedeckt, der beispielsweise mit einem gut wärmeleitenden Kleber auf dem Grundkörper 10 befestigt ist, so daß die Schaltung hermetisch dicht eingeschlossen und vor Feuchtigkeit geschützt ist. Die von der Schaltung erzeugten elektrischen Signale werden über Durchführungen 23 in der dem Grundkörper
25 abgewandten Stirnfläche des Topfes 2 nach außen geführt. Die Stirnfläche des Topfes 2 weist eine spiralförmige Vertiefung 20 auf, die einen gewundenen Referenzluftpfad bildet. Die Vertiefung kann beispielsweise einen v-förmigen oder halbkreisförmigen Querschnitt aufweisen. Der Querschnitt der Vertiefung 20 senkrecht zu ihrem Verlauf beträgt etwa $0,5 \text{ mm}^2$. Ein erstes
30 Ende der Vertiefung 20 fluchtet in axialer Richtung mit der Druckkammeröffnung 12. Eine Bohrung 22 durch den Topf 2 dient als Abschnitt des Referenzluftpfades zwischen der Vertiefung 20 und der

Druckkammer. Der Topf 2 ist, ebenso wie der Grundkörper 10 und die Trennmembran 11, ein Bauteil aus Korundkeramik. Die Vertiefung 20 wird hergestellt, indem dem Grünling des Topfes 2 eine entsprechendes Profil aufgeprägt wird.

5

Zur Gewährleistung eines guten thermischen Kontaktes zwischen der Druckkammer und dem Referenzluftpfad, ist der Topf 2 bis auf die Aussparung für die elektronische Schaltung und die Durchführungen massiv gearbeitet. Der Flächenanteil des massiven Materials in einem beliebigen
10 Querschnitt durch den Topf parallel zur Meßmembran beträgt hier mindestens 50% der Trennmembranfläche.

Zur Fertigstellung des Referenzluftpfades ist die Vertiefung mit einer Abdeckung 3 abgedeckt, wobei die Abdeckung 3 mit einer gut
15 wärmeleitenden Verbindung, beispielsweise einem Kleber an dem Topf 2 befestigt ist. Fluchtend mit dem zweiten Ende 21 der Vertiefung 20 weist die Abdeckung 3 eine Bohrung in axialer Richtung auf, welche die atmosphärenseitige Öffnung 31 des Referenzluftpfades bildet.

20 In der Öffnung 31 ist ein Filterelement 4 angeordnet, welches bei der derzeit bevorzugten Ausführungsform ein hydrophobiertes poröses keramisches Filterelement ist. Gleichmaßen geeignet sind metallische Filterelemente bzw. organische Filterelemente, beispielsweise solche aus PTFE, wobei die Filterelemente bevorzugt hydrophob oder hydrophobiert sind. Im Sinne eines
25 guten Wärmekontaktes ist das Filterelement mit einem gut wärmeleitenden Kleber in der Eintrittsöffnung 31 befestigt.

Anstelle der Klebeverbindungen sind grundsätzlich alle andere Verbindungstypen geeignet, die eine gute Wärmeleitung ermöglichen.

30

Da die elektronische Schaltung in geringem Umfang Abwärme generiert, sollte ihr thermischer Kontakt zum Referenzluftpfad, insbesondere zur

Eintrittsöffnung 31 des Referenzluftpfades, minimiert werden. Zu diesem Zweck ist der Kernbereich der Abdeckung 3, der mit der Schaltung axial fluchtet, ausgespart. Gleichmaßen ist der zentrale Bereich der Stirnfläche des Topfes 2 dünn ausgeführt, um radiale Wärmeleitung zu minimieren.

Patentansprüche:

1. Relativdrucksensor zur Messung der Druckdifferenz zwischen einem Meßdruck und dem Atmosphärendruck in der Umgebung des Drucksensors, umfassend
- 5
- einen Grundkörper (10) und eine mit einem Meßdruck beaufschlagbare Meßmembran (11) die mit ihrem Rand an dem Grundkörper befestigt ist, wobei zwischen dem Grundkörper und der Meßmembran eine
- 10 Druckkammer ausgebildet ist, die über einen Referenzluftpfad mit der Atmosphäre kommuniziert, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzluftpfad einen gewundenen Pfad (20) umfaßt.
2. Relativdrucksensor nach Anspruch 1, wobei der gewundene Pfad (20)
- 15 im wesentlichen in einer Ebene verläuft.
3. Relativdrucksensor nach Anspruch 2, wobei die Ebene parallel zur Ebene der Meßmembran (11) verläuft.
- 20 4. Relativdrucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Länge der Projektion des gewundenen Pfades (20) auf die Ebene der Meßmembran (11) mindestens 50%, bevorzugt mindestens 65%, und besonders bevorzugt mindestens 80% der Gesamtlänge des gewundenen Pfades (20) beträgt.
- 25 5. Relativdrucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Länge des gewundenen Pfades (20) mindestens 75%, bevorzugt mindestens 100%, und besonders bevorzugt mindestens 150% der Länge des Umfangs der Meßmembran (11) beträgt.
- 30

6. Relativdrucksensor nach einem der bisherigen Ansprüche, wobei die Länge des gewundenen Pfades (20) mindestens doppelt so lang ist, wie der Abstand der atmosphärenseitigen Öffnung (31) des gewundenen Pfades von der Ebene der Meßmembran (11).
- 5
7. Relativdrucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der gewundene Pfad eine linienförmige Vertiefung (20) in einer Oberfläche eines Bauteils (2) des Relativdrucksensors umfaßt.
- 10
8. Relativdrucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der gewundene Pfad einen gewundenen Kanal umfaßt der sich in mindestens einem Bauteil des Relativdrucksensors zwischen zwei Öffnungen in Oberflächenabschnitten des Bauteils erstreckt.
- 15
9. Relativdrucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der gewundene Pfad eine Querschnittsfläche von weniger als 2 mm^2 bevorzugt weniger als 1 mm^2 und besonders bevorzugt von $0,7$ bis $0,4 \text{ mm}^2$ aufweist.
- 20
10. Relativdrucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Abstand der Ebene des gewundenen Pfades von der Ebene der Meßmembran geringer ist als die Länge des gewundenen Pfades, bevorzugt geringer als 75% der Länge des gewundenen Pfades und besonders bevorzugt weniger als 50% der Länge des gewundenen Pfades beträgt.
- 25
11. Relativdrucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der gewundene Pfad mit der grundkörperseitigen Wand der Druckkammer in der Weise im thermischen Kontakt steht, daß beliebige parallel zur Trennmembran verlaufende Querschnitte zwischen einem beliebigen Punkt des gewundenen Pfades und der grundkörperseitigen Wand der Druckkammer einen Flächenanteil von wärmeleitendem
- 30

Material aufweisen, der mindestens 10%, bevorzugt mindestens 25% und besonders bevorzugt mindestens 50% der Membranfläche beträgt.

- 5 12. Relativdrucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Referenzluftpfad an seiner atmosphärenseitigen Eintrittsöffnung (31) ein Filterelement (4) aufweist, um das Eindringen von Kondensat in den Referenzluftpfad zu verhindern.
- 10 13. Relativdrucksensor nach Anspruch 12, wobei das Filterelement (4) mit im thermischen Kontakt mit dem gewundenen Pfad (20) steht.
14. Relativdrucksensor nach Anspruch 12, wobei das Filterelement (4) hydrophob bzw. hydrophobiert ist
- 15 15. Relativdrucksensor nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei das Filterelement (4) ein keramisches, metallisches oder organisches Material aufweist.
- 20 16. Relativdrucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der gewundenen Pfad (4) in einem ersten Bauteil (2) angeordnet ist, welches an dem Grundkörper (10) unter Ausbildung einer Kammer befestigt ist.
- 25 17. Relativdrucksensor nach Anspruch 16, wobei die Kammer hermetisch gegenüber ihrer Umgebung abgedichtet ist, und wobei ferner in der Kammer mindestens ein elektronisches Bauelement angeordnet ist.
18. Relativdrucksensor nach einem der bisherigen Ansprüche, wobei der gewundene Pfad spiralförmig oder helikal verläuft.

Zusammenfassung

Der erfindungsgemäße Relativdrucksensor zur Messung der Druckdifferenz zwischen einem Meßdruck und dem Atmosphärendruck in der Umgebung
5 des Drucksensors, umfaßt einen Grundkörper 10 und eine mit einem Meßdruck beaufschlagbare Meßmembran 11 die mit ihrem Rand an dem Grundkörper 10 befestigt ist, wobei zwischen dem Grundkörper 10 und der Meßmembran 11 eine Druckkammer ausgebildet ist, die über einen Referenzluftpfad mit der Atmosphäre kommuniziert, wobei der
10 Referenzluftpfad einen gewundenen Pfad 20 umfaßt.

(Fig. 1)

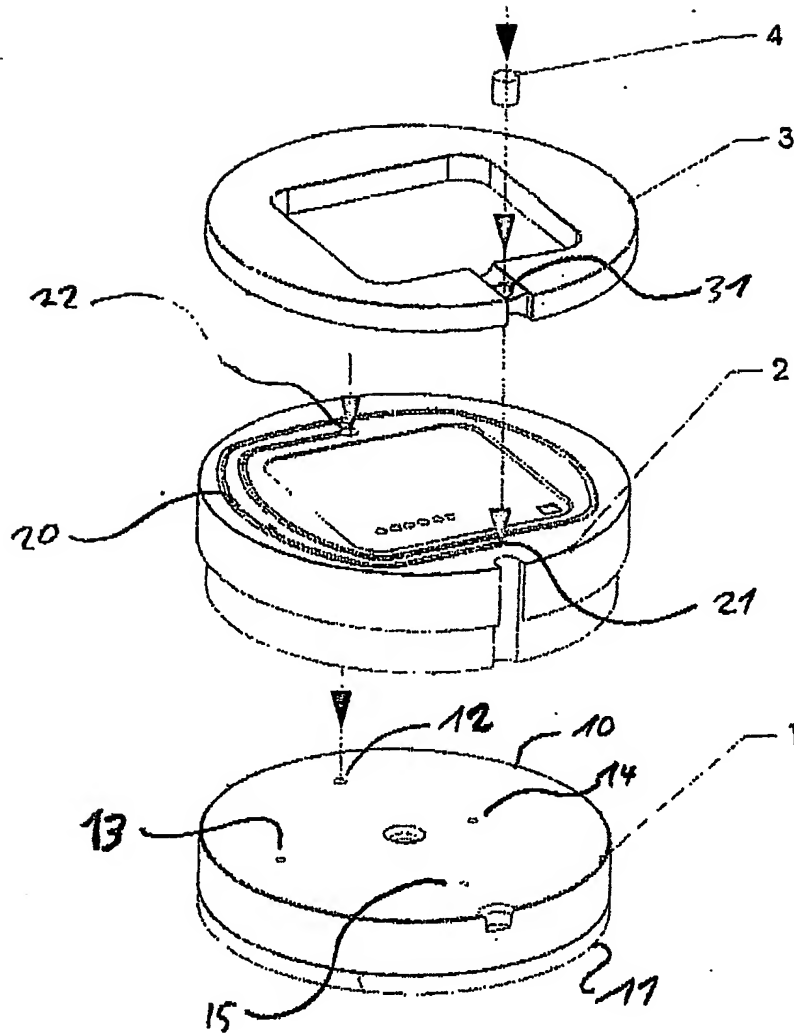


Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.